

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-289704

(43)Date of publication of application : 05.11.1993

(51)Int.CI.

G05B 13/02  
G05D 23/19

(21)Application number : 04-118351

(71)Applicant : RIKA KOGYO KK

(22)Date of filing : 11.04.1992

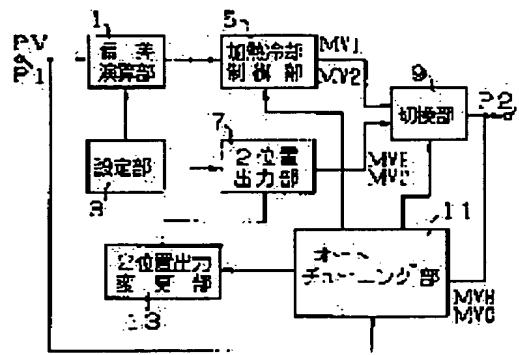
(72)Inventor : SAKAKURA KOICHI  
KOYAMA NORIAKI

## (54) HEATING/COOLING CONTROLLER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To attain the heating and cooling auto-tuning operations with a heating/cooling controller.

CONSTITUTION: A deviation arithmetic part 1 outputs the deviation between the measured value PV received from a controlled system and the set value SV received from a setting part 3 to a heating/cooling control part 5. A double position output part 7 selectively outputs both heating and cooling position manipulated variables MVH and MVC via a switching part 9. An auto-tuning part 11 switches both variables MVH and MVC received from the part 7 via a double position output changing part 13. Then the part 11 operates a heating PID constant based on the measured value waveform set in the output state of both values MVH and MVC in a heating auto-tuning mode and also calculates a process gain ratio and a cooling proportional gain constant based on the measured value waveform set in the output state of both variables MVH and MVC in a cooling auto-tuning mode respectively. These calculated PID and gain constants are set at a heating/cooling control part 5. Then the part 5 operates the heating and cooling manipulated variables from those constants and deviation.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.07.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2802460

[Date of registration] 17.07.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-289704

(43)公開日 平成5年(1993)11月5日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号 庁内整理番号  
D 9131-3H  
H 9132-3H  
J 9132-3H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-118351

(22)出願日 平成4年(1992)4月11日

(71)出願人 000250317

理化工業株式会社

東京都大田区久が原5丁目16番6号

(72)発明者 坂倉道一

東京都大田区久

東京都大田区大森東2丁目10番3号 理工業株式会社内

(72) 発明者 小山 曲照

小田 美咲  
東京都足田区久

東京都大田区大森南 3丁目16番6号 理化  
工業株式会社内

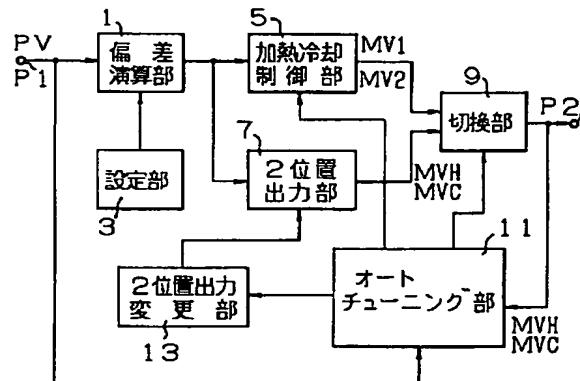
(3) 代理人：白理士、高萬、前曉

(54)【発明の名称】 加熱冷却調節計

(57) 【要約】

【目的】 加熱冷却調節計において加熱及び冷却オートモード切替ができるようにする

【構成】 偏差演算部1は制御対象からの測定値PVと設定部3からの設定値SVとの偏差を加熱冷却制御部5へ出力する。2位置出力部7は切換部9を介して加熱及び冷却用の2位置操作量MVH, MVCを選択的に出力する。オートチューニング部11は、2位置出力変更部13を介して2位置出力部7から2位置操作量MVH, MVCを切換え、加熱オートチューニングにおける2位置操作量の出力時の測定値波形から加熱用のPID定数を演算し、冷却オートチューニングにおける2位置操作量の出力時の測定値波形からプロセスゲイン比及び冷却用比例ゲイン定数を求める、それらの定数を加熱冷却制御部5へ設定する。加熱冷却制御部5はそれら定数及び偏差から加熱及び冷却用操作量を演算する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 設定値および制御対象からの測定値から求めた偏差、並びに比例ゲイン、積分時間および微分時間に基づきPID演算して前記偏差をなくすような加熱および冷却側操作量を演算して出力する加熱冷却制御部と、所定の加熱および冷却オートチューニング用の2位置操作量を出力する2位置出力部と、前記加熱冷却制御部および2位置出力部からの加熱および冷却側操作量と前記2位置操作量を切換えて前記制御対象側へ出力する切換部と、前記オートチューニング時には前記2位置出力部を選択するよう前記切換部を制御するとともに、前記2位置出力部からの前記加熱オートチューニング用の2位置操作量に基づく前記測定値のリミットサイクル波形から前記加熱側の比例ゲイン、積分時間および微分時間を所定の演算手法で演算して前記加熱冷却制御部へ設定するオートチューニング部と、を具備する加熱冷却調節計において、前記2位置出力部から出力する前記加熱および冷却オートチューニング用の2位置操作量を切換え制御する2位置出力変更部を設け、前記オートチューニング部は、前記2位置出力変更部に\*

$$Y(t) = K_p \{ Z(t) + 1/T_i \int Z(t) dt + T_d [dZ(t)]/dt \} \quad \dots \dots \quad (1)$$

ここで、 $Z(t)$  は制御対象からの測定値（制御量） $P$   $V$  と設定値  $S V$ との偏差、 $K_p$ 、 $T_i$  および  $T_d$  はPID定数であって各々比例ゲイン、積分時間および微分時間である。以下の説明では便宜上操作量の $Y(t)$ を $M$   $V$ で示す。そして、加熱炉等を制御するには、各々最適なPID定数に基づきPID制御する必要があることから、調節計にオートチューニング機能を搭載し、先ずオートチューニング動作によって最適なPID定数を求めてから制御対象をPID制御することが必要である。

【0003】このオートチューニングの一手法としては、加熱炉等を所定の操作量でON/OFF制御すなわち2位置制御して得られた測定値 $P V$ のリミットサイクル波形から、PID定数を調節計内部で演算するリミットサイクル法が良く知られている（特開昭58-68106号公報）。なお、その2位置操作量はいわゆる同定信号とも言われる。また、加熱炉等を加熱制御すると、内部発熱その他の要因から設定値 $S V$ を越えて高温になり易いから、加熱炉等を加熱および冷却制御を繰返しながら運転する必要がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の調節計のオートチューニングでは、加熱側のPID定数は得られるものの、冷却側のPID定数をオートチューニングによって求める最適な手法が見当らなかった。そのため、冷却側の定数は手動によってチューニングする

\* 対し、前記加熱オートチューニング用の2位置操作量の出力開始を制御するとともに、前記加熱オートチューニングの終了を検出したときには、前記冷却オートチューニング用の2位置操作量への切換えを制御し、前記冷却オートチューニングのリミットサイクル波形から前記加熱および冷却側プロセスゲインの比を求め、このプロセスゲインの比から冷却側比例ゲインを演算して前記加熱冷却制御部へ設定する機能を有することを特徴とする加熱冷却調節計。

10 【請求項2】 2位置出力変更部は、前記加熱および冷却オートチューニング用の2位置操作量を制限可能に形成されてなる請求項1記載の加熱冷却調節計。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は加熱および冷却2種類のPID演算機能を有する加熱冷却調節計に係り、特に、加熱および冷却オートチューニング機能を有する加熱冷却調節計に関する。

20 【0002】

【従来の技術】従来、PID演算機能を有する調節計では、制御対象例えは加熱炉に加える操作量 $Y(t)$ を次の式(1)に従って演算するのが一般的である。

ここで、 $Z(t)$  は制御対象からの測定値（制御量） $P$   $V$  と設定値  $S V$ との偏差、 $K_p$ 、 $T_i$  および  $T_d$  はPID定数であって各々比例ゲイン、積分時間および微分時間である。以下の説明では便宜上操作量の $Y(t)$ を $M$   $V$ で示す。そして、加熱炉等を制御するには、各々最適なPID定数に基づきPID制御する必要があることから、調節計にオートチューニング機能を搭載し、先ずオートチューニング動作によって最適なPID定数を求めてから制御対象をPID制御することが必要である。

【0003】このオートチューニングの一手法としては、加熱炉等を所定の操作量でON/OFF制御すなわち2位置制御して得られた測定値 $P V$ のリミットサイクル波形から、PID定数を調節計内部で演算するリミットサイクル法が良く知られている（特開昭58-68106号公報）。なお、その2位置操作量はいわゆる同定信号とも言われる。また、加熱炉等を加熱制御すると、内部発熱その他の要因から設定値 $S V$ を越えて高温になり易いから、加熱炉等を加熱および冷却制御を繰返しながら運転する必要がある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するため本発明の加熱冷却調節計は、設定値および制御対象からの測定値から求めた偏差、並びに比例ゲイン、積分時間および微分時間に基づきPID演算してその偏差をなくすような加熱および冷却側操作量を演算して出力する加熱冷却制御部と、所定の加熱および冷却オートチューニング用の2位置操作量を出力する2位置出力部と、それら加熱冷却制御部および2位置出力部からの出力を切換えて上記制御対象側へ出力する切換部と、オートチューニング時にはその2位置出力部を選択するようその切換部を制御するとともに、その2位置出力部から50 の加熱オートチューニング用の2位置操作量に基づく上

記測定値のリミットサイクル波形から加熱側の比例ゲイン、積分時間および微分時間を所定の演算手法で演算して上記加熱冷却制御部へ設定するオートチューニング部とを有している。

【0007】しかも、本発明では、上記2位置出力部から出力する加熱および冷却オートチューニング用の2位置操作量を切換え制御する2位置出力変更部を有し、上記オートチューニング部が、その2位置出力変更部に対し、上記加熱オートチューニング用の2位置操作量の出力開始を制御するとともに、その加熱オートチューニングの終了を検出したときには、冷却オートチューニング用の2位置操作量への切換えを制御し、その冷却オートチューニングのリミットサイクル波形から加熱側および冷却側プロセスゲインの比を求め、このプロセスゲインの比から冷却側比例ゲインを演算して上記加熱冷却制御部へ設定する機能を有している。また、本発明は、加熱および／又は冷却オートチューニング用の2位置操作量を制限設定可能に上記2位置出力変更部を形成すると良い。

【0008】

【作用】このような手段を備えた本発明では、2位置出力部を選択するようオートチューニング部が切換部を制御した状態で、オートチューニング部が2位置出力変更部に対して加熱オートチューニング用の2位置操作量の出力開始を制御すると、2位置出力部が加熱オートチューニング用の2位置操作量を切換部を介して制御対象側へ出力し、オートチューニング部がリミットサイクル波形から加熱側の比例ゲイン、積分時間および微分時間を演算する。

【0009】オートチューニング部が加熱オートチューニングの終了を検出すると、2位置出力変更部に対して冷却オートチューニング用の2位置操作量への切換えを制御し、2位置出力部が冷却オートチューニング用の2位置操作量を出力し、オートチューニング部がリミットサイクル波形からプロセスゲインの比を求めるとともにこのプロセスゲインの比から冷却側比例ゲインを演算し、加熱側および冷却側の制御定数を上記加熱冷却制御部へ設定する。また、加熱および／又は冷却オートチューニング用の2位置操作量を制限可能に2位置出力変更部を形成する構成では、制限設定された加熱および又は冷却側の2位置操作量が出力される。

【0010】

【実施例】以下本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1は、本発明に係る加熱冷却調節計の一実施例を示す概略ブロック図である。図1において、例えば加熱炉等の制御対象（図1では図示省略）からの測定値PV（図2参照）の入力される入力端P1は偏差演算部1に接続されており、この偏差演算部1には設定値SVを設定する設定部3も接続されている。設定部3は、図示しない調節計本体ケースの操作面パネルに配置された操作

キーや、調節計本体ケースとは別の機器からオンラインで伝送される設定値の入力部である。

【0011】偏差演算部1は設定値SVに対する測定値PVの偏差eを演算するもので、加熱冷却制御部5および2位置出力部7に接続されている。偏差eは上述した演算式（1）のZ(t)に相当する。加熱冷却制御部5は、偏差演算部1からの偏差eに基づき、例えば上述した演算式（1）を用いて加熱および冷却側の操作量MV1、MV2をP1D演算する従来公知の構成を有するもので、切換部9に接続されている。

【0012】もっとも、上述した演算式（1）を使用すると言っても、実際には加熱側の比例ゲインKph、積分時間Tiおよび微分時間Tdから加熱側操作量MV1が演算され、冷却側の比例ゲインKpcおよびそれら加熱側の積分時間Tiや微分時間Tdから冷却側操作量MV2が演算される。それらP1D演算用の定数はオートチューニング部11から設定されるが、その詳細は後述する。2位置出力部7は、偏差演算部1からの偏差eの符号がマイナス時すなわち加熱側では所定レベルの操作量MVHを出し、偏差eの符号がプラス時すなわち冷却側では冷却側の所定レベルの操作量MVCを切換部9へ出力するものである。

【0013】それら操作量MVH、MVCは同定信号とも言われる2位置操作量であり、加熱オートチューニング時と冷却オートチューニング時に合せて2位置出力変更部13からの制御によって切換え出力される。例えば、図2に示すように、加熱オートチューニング時には操作量MVHと操作量MVCはON/OFの繰返しサイクルとし、冷却オートチューニング時には所定量の操作量MVHと操作量MVCの繰返しサイクルとし出力するようになっている。

【0014】なお、操作量MVHをプラス側とすれば、便宜上冷却側の操作量MVCがマイナス側となるよう図示されているが、操作量MVHとMVCとは別個独立した操作量を意味している。2位置出力変更部13は、オートチューニング部11の管理の下で、加熱および冷却オートチューニングに対応して2位置操作量を切換え制御するとともに、加熱オートチューニング時には操作量MVHを所定レベルに操作量MVCを「0」レベルになるよう信号値（同定信号値）を2位置出力部7へ設定し、冷却オートチューニング時には操作量MVHおよび操作量MVCとともに個々の所定レベルになるよう信号値（同定信号値）を2位置出力部7に設定制御するものである。

【0015】また、2位置出力変更部13は、冷却オートチューニング時の操作量MVHおよび／又は操作量MVCの個々のレベルを制限する制限率 $\alpha$ を後述する図3の制限値設定部15から設定可能に形成されており、設定された制限率 $\alpha$ で制限された信号値を2位置出力部7に設定するようになっている。切換部9は、図3のよう2回路2接点構成を有し、オートチューニング部11の管

理の下で、オートチューニング時には2位置出力部7からの2位置操作量MVH、MVCを選択し、オートチューニング時以外では加熱冷却制御部5からの操作量MV1、MV2を選択し、出力端P2から制御対象A側へ出力するスイッチである。

【0016】オートチューニング部11は、上述したように加熱および冷却オートチューニング動作を制御するとともに、入力端P1からの測定値PVおよび切換部9からの2位置操作量MVH、MVCに基づき、加熱および冷却制御数を演算して加熱冷却制御部5へ設定する機能を有しており、例えば図3に示すように、チューニング管理部17、リミットサイクル測定部19、PID定数算出部21、PID定数記憶部23を有して形成されている。図3において、リミットサイクル測定部19は、チューニング管理部17の管理下で、測定値PVおよび2位置操作量MVH、MVCから測定値PVのリミットサイクルのサイクル数(周期数)を測定してカウントするもので、予めチューニング管理部17で指示されたカウント数(周期数)に達したとき、カウントアップ信号を2位置出力変更部13およびPID定数算出部21へ出力する機能を有する。

【0017】チューニング管理部17で指示するカウント数(周期数)には、例えば加熱又は冷却オートチューニング期間の終了カウント数(図2中の符号t3、t5)、加熱オートチューニング期間中のリミットサイクル測定開始時のカウント数(図2中の符号t2)、冷却オートチューニング期間中のリミットサイクル測定開始時のカウント数(図2中の符号t4)等があり、これらのカウントアップ信号が2位置出力変更部13やPID定数算出部21に出力される。PID定数算出部21は、チューニング管理部17の管理下で、測定値PVすなわちリミットサイクル波形および2位置操作量MVH、MVCから加熱側の比例ゲインKph、積分時間Tiおよび微分時間Td、並びに冷却側の比例ゲインKpc等のPID定数を演算してPID定数記憶部23へ出力する機能を有する。なお、図3では測定値PVがリミットサイクル測定部19を通して得られるようになっている。演算手法の詳細は後述する。

【0018】PID定数記憶部23は、チューニング管\*

$$Gr = (Gh \cdot Dc - Sv) / \{ \alpha \cdot Gh \cdot (1 - Dc) \} \quad \dots (6)$$

$$Gr = (Xc / Xh - 1) / \alpha \quad \dots (7)$$

【0021】ここで、符号MVCは冷却側操作量(同定信号レベル)、符号Dcは冷却オートチューニング時のリミットサイクルのデューティー比、符号αは加熱側同定信号値に対する冷却側同定信号の制限値(率)すなわちMVHとMVCの比(MVC/MVH)、符号Xhは加熱側リミットサイクルの振幅、Xcは冷却側リミットサイクルの振幅である。なお、制限値αは冷却オートチューニング時の2位置操作量MVH、MVCから得られるが、図3の破線で示すように2位置出力変更部13から得ることも可

\* 理部17の管理下で、それらPID定数を格納する読み書き自在のメモリであり、チューニング管理部17の指示によって加熱冷却制御部5へそれら制御定数を設定するものである。チューニング管理部17は、オートチューニング時には2位置出力部7を選択し、それ以外では加熱冷却制御部5を選択するよう切換部9を切換制御し、加熱オートチューニングの開始を2位置出力変更部13へ指示し、リミットサイクル測定部19で測定するオートチューニング時の上述したカウント数を指示し、10 PID定数算出部21における加熱および冷却側のPID定数の演算タイミングの指示や演算用定数の設定変更を指示するとともに、演算されたPID定数のPID定数記憶部23への格納および加熱冷却制御部5への出力を制御する機能を有する。

【0019】次に、PID定数算出部21における演算機能を説明する。まず、加熱側オートチューニング時の演算シーケンスを説明する。加熱オートチューニング時の測定値PVおよび2位置操作量MVH等から、例えば公知のリミットサイクル法を用いた演算式で加熱側比例ゲインKph、加熱側プロセスゲインGHおよび積分時間Ti、微分時間Tdを次の演算式(2)～(5)で算出する。

$$Kph = 1.2 / Xh \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$Ti = 2K(1 - K) \cdot T \quad \dots \dots \dots (3)$$

$$Td = 0.5K(1 - K) \cdot T \quad \dots \dots \dots (4)$$

$$GH = Sv / K \quad \dots \dots \dots (5)$$

ただし、K = Dh × MVHである。

【0020】ここで、符号Xhは加熱側リミットサイクルの振幅、符号Tはリミットサイクルの周期、符号Kは30負荷率、符号Svは正規化された設定値、符号Dhはリミットサイクルのデューティー比、符号MVHは加熱側操作量(同定信号レベル)である。次に、冷却側オートチューニング時の演算シーケンスを説明する。加熱オートチューニングが終了して引続き冷却オートチューニングが開始されると、冷却オートチューニング時の2位置操作量MVHとMVCのデューティー比および振幅から、加熱および冷却側のプロセスゲインの比Grを次の演算式(6)又は(7)から演算する。

$$Gr = (Gh \cdot Dc - Sv) / \{ \alpha \cdot Gh \cdot (1 - Dc) \} \quad \dots (6)$$

$$Gr = (Xc / Xh - 1) / \alpha \quad \dots (7)$$

能である。

【0022】プロセスゲイン比Grの算出方法は、演算式(6)および(7)のように、冷却オートチューニング時の2位置操作量MVHとMVCのデューティー比から求める手法と、加熱および冷却オートチューニングにおけるリミットサイクルの振幅比から求める手法とがあるが、制御対象がむだ時間+1次遅れで近似できる場合には、同じ結果を得ることができる。そして、それら加熱側比例ゲインKphとプロセスゲイン比Grから演算式

(8) によって冷却側比例ゲイン  $K_{pc}$  を演算する。

$$K_{pc} = K_{ph}/G_r \quad \dots \quad (8)$$

【0023】さらに、上述した演算式(6)および(7)において、制限値  $\alpha$  を考慮すれば、加熱側プロセスゲインに対する冷却側プロセスゲインを制限してプロセスゲイン比  $G_r$  が演算され、低負荷率のゲインが得られる(同定される)。例えば、図4に示すように、制御対象における冷却側の静特性が非線形であって、負荷率  $-\theta_2$  近傍のゲインを求める場合、制限しない状態すなわち制限率  $\alpha$  を「1」として冷却オートチューニング時の加熱側操作量(負荷率)を  $\theta_1$ 、冷却側操作量(負荷率)を  $-\theta_1$  に設定したとすると、求める冷却側のゲインは図中の2点鎖線のようになって求める負荷率近傍のゲインとは大きく異なってしまう。

【0024】この点、1より小さい制限値  $\alpha$  で冷却側(負側)の操作量  $MVC$  を制限( $-\alpha\theta_1$ )することにより、図中の1点鎖線のようなゲインとなり、求める設定値  $SV$  に近い値を得ることができる。なお、2位置出力変更部13へ制限値  $\alpha$  を設定する制限値設定部15は、設定部3と同様に調節計本体ケースの操作面パネルに配置された操作キーやオンラインで入力する入力部である。

【0025】ところで、上述した各構成は、実際には設定部3、制限値設定部15およびPID定数記憶部23を除き、CPU、このCPUの動作プログラムすなわち加熱冷却オートチューニング動作やPID算出動作プログラム等を格納したROM等を主体としたマイクロコンピュータで構成され、設定部3、制限値設定部15およびPID定数記憶部23はそのマイクロコンピュータに接続されて製品化される。次に、上述した構成の加熱冷却調節計の動作を図5のフローチャートを参照して説明する。なお、図5ではオートチューニングをATと略している。

【0026】図5において、オートチューニング動作が開始されると、ステップ500でオートチューニング管理部17から2位置出力変更部13へ加熱オートチューニング開始を指示し、2位置出力変更部13から加熱側の2位置操作量を2位置出力部7へ設定するとともに、切換部9を2位置出力部7側に切換え制御し、加熱オートチューニングの開始状態となる。ステップ501で制御対象Aからの測定値  $PV$  のリミットサイクルの周期数をリミットサイクル測定部19にて測定し、ステップ502でリミットサイクル波形が加熱側の測定周期例えは図2中の  $t_2$  に達したか否かを判別し、 $t_2$  に達せずにNOであればステップ501戻り、以下ステップ502がYESになると繰返す。

【0027】ステップ502がYESになると、続くステップ503でリミットサイクル波形を測定し、ステップ504でリミットサイクル波形が加熱オートチューニング終了点(図2中の  $t_3$ )に達したか否か判別し、 $t_3$

に達せずにNOであればステップ501戻り、以下ステップ504がYESになると、続くステップ505で冷却オートチューニング終了点(図2中の  $t_5$ )に達したか否かを判別し、NOであればステップ506でPID定数算出部21が上述したように加熱側PID定数を演算してPID定数記憶部23へ格納する。

【0028】続くステップ507ではリミットサイクル測定部19が2位置出力変更部13を介して冷却オートチューニング時の加熱および冷却側2位置操作量を2位置出力部7へ設定してステップ501に戻る。そして、ステップ501～505によって上述した加熱オートチューニングと同様な冷却オートチューニングを行ない、冷却オートチューニング時のリミットサイクル波形が終了点(図2中の  $t_5$ )に達してステップ505がYESになると、ステップ508でPID定数算出部21が上述したように冷却側比例ゲインを演算し、PID定数記憶部23へ格納する。

【0029】その後、ステップ509でPID定数記憶部23からそれら加熱および冷却側制御定数を加熱冷却制御部5へ設定し、切換部9を加熱冷却制御部5へ切換えて終了する。このように本発明の加熱冷却調節計では、従来のようにON/OFFを繰返す加熱用の2位置操作量に基づいて得られた測定値のリミットサイクル波形から加熱側のPID定数を演算して加熱オートチューニングするとともに、所定の2位置操作量を繰返す操作によって得られた測定値のリミットサイクル波形から加熱側および冷却側プロセスゲインの比を求め、このプロセスゲインの比から冷却側比例ゲインを演算して冷却オートチューニングし、それら制御定数を加熱冷却制御部へ設定する構成としたから、加熱側PID定数に加えて冷却側PID定数もオートチューニングにより求めることができる。

【0030】そのため、加熱および冷却側チューニング操作が簡単で、制御定数の演算設定が早くなる。しかも、上記2位置出力変更部を介して冷却オートチューニング用の2位置操作量を制限可能に構成したから、冷却側の操作量を制限して演算可能となり、例えば制御対象の冷却機構において冷却水の飽和や相変化に起因した非直線的冷却特性があっても、その特性に対応した低負荷率の定数演算が可能となる。すなわち、図4に示すように、低負荷率や負荷率「0」に対しても適切な制御が可能となり、広範囲の負荷率に対するゲインを求めることが可能となる。

【0031】そのため、非線形の静特性を有する冷却制御対象に対しても適切なオートチューニングが可能となる。また、冷却オートチューニング時における2位置操作量の制限は冷却側のそれに限らず、加熱側の操作量についても制限可能であり、加熱および冷却双方の操作量についても制限可能である。さらに、上述した実施例で

は、リミットサイクルの周期数が4周期で加熱および冷却オートチューニングを実施する例を説明したが、本発明ではこれに限定されない。複数のリミットサイクルの周期数から加熱および冷却オートチューニングする構成にすればよい。

## 【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、加熱冷却制御部、2位置出力部、切換部、オートチューニング部および2位置出力変更部を有し、2位置出力部から加熱オートチューニング時の2位置操作量を出力して得られたリミットサイクル波形から加熱側のP I D定数をオートチューニング部で演算し、2位置出力変更部を介して2位置出力部から冷却オートチューニング時の2位置操作量を切換え出力し、この2位置操作量に基づいて得られたリミットサイクル波形からオートチューニング部で加熱側および冷却側プロセスゲインの比を求めて冷却側比例ゲインを演算し、それら制御定数を加熱冷却制御部へ設定する構成としたから、加熱側P I D定数に加えて冷却側P I D定数をもオートチューニングにより求めることができる。そのため、本発明の加熱冷却調節計はチューニング操作が簡単で、制御定数の演算設定が早くなる利点がある。また、加熱および／又は冷却オートチューニング用の2位置操作量を制限設定可能に2位置出力変更部を形成する構成では、適当な制限値を2位置出力変更部に設定すれば、非線形特性を有する制御対象についても適切なP I D定数を自動的に求めることができとなり、オートチューニング動作の適用対象範囲が拡大される。

## \*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る加熱冷却調節計の一実施例を示す概略ブロック図である。

【図2】図1の加熱冷却調節計の動作を説明する動作波形図である。

【図3】図1の加熱冷却調節計を詳細に示すブロック図である。

【図4】図1の加熱冷却調節計における負荷率と制限値との関係を説明する図である。

10【図5】図1の加熱冷却調節計の動作を説明するフローチャートである。

## 【符号の説明】

1 偏差演算部

3 設定部

5 加熱冷却制御部

7 2位置出力部

9 切換部

11 オートチューニング部

13 2位置出力変更部

20 15 制限値設定部

17 チューニング管理部

19 リミットサイクル測定部

21 P I D定数算出部

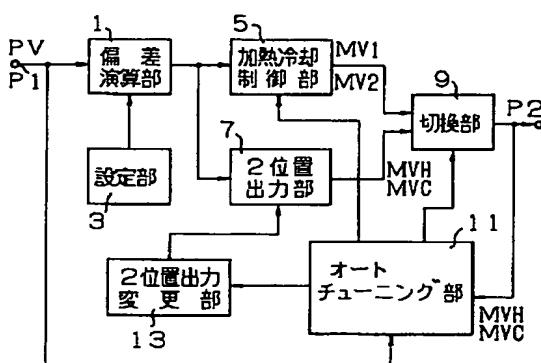
23 P I D定数記憶部

A 制御対象

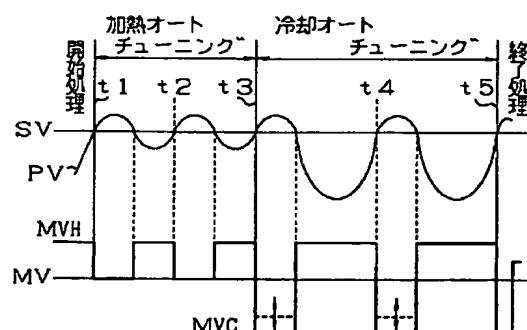
P 1 入力端

P 2 出力端

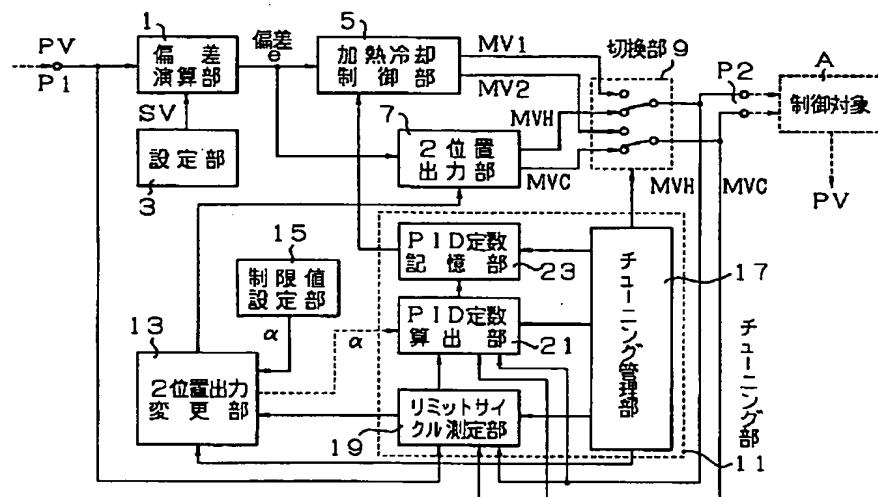
【図1】



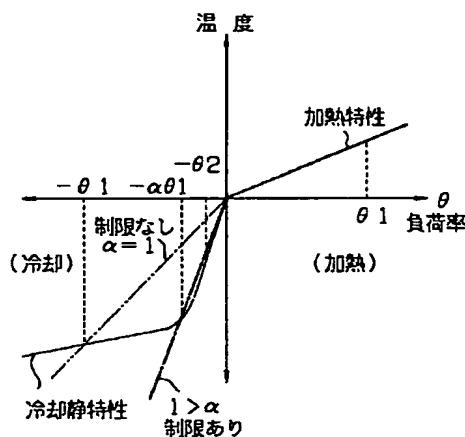
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

